

# 红豆草生态学特性与农业栽培 技术研究

李立 周泽生 董鸿运

## 摘 要

为选择适于我国西北干旱、半干旱地区飞机播种和人工种植的优良豆科牧草,本文对红豆草的经济价值、生物生态学特性以及农业技术等方面进行了比较系统的研究。试验结果表明,红豆草具有营养丰富,适口性好,饲用价值高;生长发育快,再生力强,产量高;栽培繁殖容易,病虫害少以及抗旱、耐寒、适应性强等特性。它不仅是干旱、半干旱地区人工种植的优良豆科牧草,也是很有发展前途的飞播草种。

## 1 前 言

红豆草 (*Onobrychis viciaefolia*) 是豆科红豆草属的多年生牧草。别名驴食豆、粟毛豆或圣车轴草。红豆草的栽培历史悠久,是一种很古老的栽培牧草。由于它的品质好、产量高,具有较高的饲用价值和广泛的适应性并可供观赏等,在西方被称为“牧草皇后”。红豆草还是许多作物的良好前作,特别是对贫瘠土壤来说很有好处,因其根瘤发达,能增加土壤中的氮素。

红豆草在我国的栽培历史较短,解放后从苏联、加拿大等国引入华北、西北、东北等地试种。近几年在甘肃、宁夏等10多个省(区)大量种植,生长良好。

为选择适宜于我国西北干旱、半干旱地区飞机播种和人工种植的优良豆科牧草,1980~1985年我们在宁南山区的固原、彭阳、同心等县对红豆草进行了比较系统的试验研究,进一步表明红豆草适应引种地区的气候和土壤条件,能正常开花结实,繁衍后代。目前已在宁夏固原、银川南部地区10多个县推广种植,经济效益和生态效益显著。

## 2 试验区自然条件

试验设在宁夏的固原、彭阳、同心县。据固原县气象站资料,固原年平均气温 $6.2^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温 $34.6^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温 $-28.1^{\circ}\text{C}$ , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 $2948^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2308^{\circ}\text{C}$ ;年平均日照总时数 $2518.1\text{h}$ ,无霜期126天;年平均降雨量 $478.2\text{mm}$ ,多集中在7、8、9三个月,干燥度 $1.55\sim 1.99$ 。

据彭阳王洼试验区气象观察点1980~1984年资料,年平均气温 $5.8^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温 $31.0^{\circ}\text{C}$ (1982年6月25日),极端最低气温 $-30.3^{\circ}\text{C}$ (1983年1月7日),年平均降雨量 $453.2\text{mm}$ ,蒸发量 $1567.7\text{mm}$ ,为降雨量的3.5倍,无霜期125天。试验区为黄土丘陵,坡度 $15\sim 30^{\circ}$ ,海拔 $1500\sim 1900\text{m}$ 。土壤为细黄土、淡黑垆土,植被属灌丛草原,

常见的植物种有本氏羽毛、冷蒿、百里香、二裂委陵菜、达乌里胡枝子、铁杆蒿等，覆盖度0.2~0.4。

同心县试验区年平均气温8.3℃，极端最高气温37.9℃，极端最低气温-27.3℃；日照3039.6小时；年平均降雨量277.0mm，多集中在7、8、9三个月，占全年降雨量62.1%；年蒸发量2480.6mm，是降雨量的8.8倍，年平均干燥度3.34， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温3654.2℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温3190℃；无霜期150天左右。大风次数多（大风指风速17m/s），年平均达28.3次，最多可达53次，沙暴22天。试验区属干旱半荒漠草原；土壤为灰钙土；常见的植物有针茅、刺叶柄棘豆、骆驼蓬、甘草、达乌里胡枝子等。

### 3 试验结果

#### 3.1 经济价值

3.1.1 产草量。红豆草属上繁草，丛生型，产草量高。在同一立地条件下，不低于抗旱植物苜蓿的产量（表1）。

表1 红豆草和抗旱苜蓿产草量比较 (kg/亩)

植物名称	生长年限(y)	测产次数	鲜 重	干 重	备 注
红 豆 草	1	1	1 266.6	200.0	种植地为梯 田，均未灌 水和施肥。
	2	1	2 366.5	766.5	
	3	2	3 386.8	619.9	
	4	2	1 433.2	546.7	
抗 旱 苜 蓿	1	1	546.7	193.4	
	2	2	2 033.5	746.7	
	3	1	966.5	253.3	
	4	2	1 280.1	476.7	

注：彭阳王洼水保站，1984年调查。

红豆草在不同生活年限和立地条件下，其产草量不同。一般规律是当年产量低，从第二年开始产草量增加（表2）。在宁夏同心县有灌溉条件下，当年亩产鲜草可达2750 kg。

表2 红豆草在不同生长年限和立地条件下的鲜草产量 (kg/亩)

产 草 量 生长年限	地点 立地类型	彭 阳 县 王 洼						甘肅武威
		退耕坡地	测产次数	梯 田	测产次数	场 圃	测产次数	场圃有灌溉条件
第1年		100.0	1	446.6	1	1 266.6	1	1 633.4
第2年		1 309.8	2	1 072.1	2	2 366.5	2	2 865.0
第3年		1 059.9	2	1 459.9	2	3 386.8	2	3 666.9
第4年		666.7	2	1 933.1	2	1 433.2	2	3 944.3

3.1.2 鲜干比和茎叶比。牧草的鲜干比是衡量牧草实际产量的一个重要指标。两种鲜重相同的牧草, 由于含水量不同, 其干物质含量则有很大差异。红豆草在分枝期其青饲料中含水率高, 大约鲜草3.4kg可晒制成干草0.5kg, 随着生育期的推移, 青饲料中的含水量逐渐降低, 到开花期和成熟期时, 其鲜草分别为1.9kg和2.3kg即可晒制干草1kg。

红豆草茎秆中空, 叶片数量多, 叶重占总重量的46.8%, 尤其是在分枝期叶片含量可达73.9%, 至开花期保持在40%。植物的叶片越多说明光合作用制造的养分越多, 而叶片含养分多, 一般其适口性也比较好。因此, 红豆草作青草饲喂家畜时, 在分枝期刈割可获得最高的含叶量。

3.1.3 适口性。红豆草营养价值高, 粗蛋白质含量丰富, 在各生育期不亚于紫花苜蓿, 但粗纤维含量则比紫花苜蓿低(表3)。由于它的草质柔软, 故适口性好, 无论青、干草或青贮, 各类家畜都喜食。粉碎后的干草粉是猪的上等饲料, 收种后的秸秆大家畜和

表3 红豆草和紫花苜蓿营养成分比较(%)

名 称	生 育 期	粗蛋白质	粗 脂 肪	粗纤维	灰分	备 注
红 豆 草	营 养 期	13.83	2.86	12.32	6.47	紫花苜蓿引自 甘肃农大“草 原工作手册”。
	现 蕾 期	20.79	2.11	18.64	7.04	
	开 花 期	11.51	2.14	22.31	6.26	
	成 熟 期	9.81	2.12	24.86	5.31	
	种 子	26.23	5.30	16.14	5.65	
紫 花 苜 蓿	开 花 期	11.30	2.68	33.25	7.86	
	成 熟 期	9.11	3.65	29.67	9.21	

羊均喜食, 适口性高于苜蓿秸秆。红豆草在各个生育期含有较多的浓缩单宁, 而单宁可以沉淀可溶性蛋白质, 能防止可溶性蛋白质在胃中产生持续性泡沫。因此, 反刍家畜在红豆草地放牧采食鲜草, 不会得膨胀病, 这是红豆草优于其它豆科牧草最有价值的特性。

3.1.4 改良土壤, 提高土壤肥力。红豆草鲜体可以压青、沤肥, 改良土壤, 培肥地力。据分析红豆草植株肥分含量丰富(表4), 同时红豆草根上共生的根瘤出现早, 数量多, 分布广, 种植后能给土壤增加大量氮素。据测定在退耕坡地生长中等的红豆草, 第1年单株根瘤鲜重折亩产20.79kg, 第2年48.86kg, 第3年52.03kg。根瘤主要着生在侧根上, 分布在0~60cm土层内, 其中以10~45cm土层中分布最多。

红豆草根系发达, 侧根, 须根密集成网。据甘肃农业大学和山西右玉水土保持站测定, 第1年每亩根量分别为833.38kg和591.3kg, 第2年为2700.1kg和975.3kg。因此, 种植红豆草的土地, 每年有大量残根遗留在土壤里, 增加和丰富了土壤有机质含量(表5)。表5说明, 种植过2年红豆草的土壤比对照地土壤无论是有机质含量, 还是N、P、K含量均比未种植过红豆草的土壤有所提高。因此, 种植红豆草是扩大肥源, 进行草田轮作倒茬, 改良土壤, 提高土壤肥力的一项重要措施。

表4 红豆草肥分含量(%)

植株部位	肥 分 含 量		
	氮(N)	磷( $P_2O_5$ )	钾( $K_2O$ )
根	2.9300	0.8824	0.1735
茎	1.5439	0.2127	0.1713
叶	3.7414	0.3877	0.2529
种子	4.1585	0.6357	

注：彭阳王洼，1984年。

表5 红豆草(第2年)草地土壤养分含量

项目 土层深度 (cm)		有机质 (%)	全 量 (%)			速 效 (ppm)		
			N	P	K	N	P	K
红豆草地	0~15	0.197	0.061	0.057	1.88	37.0	5.3	75
	15~30	0.90	0.052	0.066	1.96	37.0	5.6	70
	30~50	0.82	0.056	0.063	1.94	36.4	5.6	70
对照地	0~15	0.59	0.036	0.056	1.86	32.6	5.5	50
	15~30	0.61	0.037	0.055	1.88	29.9	5.5	60
	30~50	0.63	0.042	0.062	1.89	25.5	5.2	50

注：彭阳王洼水土保持试验站1982年。

3.1.5 防风固沙、保持水土。红豆草根系强大，能深入土层，侧根纵横伸展，根幅可达2m以上，能增强土壤的抗蚀能力，起蓄水保土的作用。

红豆草茎秆粗壮，枝叶繁茂，覆盖度大。在退耕坡地1年生单株覆盖面积达30~50cm<sup>2</sup>，总覆盖度52%~80%；生长在梯田和场圃第3年红豆草总覆盖度可达90%，几乎无天然杂草生长。因此，在风沙和水土流失地区是优良的保土植物。

3.1.6 综合利用，发展多种经营。红豆草除作饲草和绿肥外，也是一种草本能源植物。据测定红豆草秸秆发热量为 $1.81 \times 10^7 \text{J/kg}$ ，比速生灌木柞柳的发热量 $1.88 \times 10^7 \text{J/kg}$ 仅低 $6.67 \times 10^5 \text{J/kg}$ 。因此，秸秆可作燃料。

红豆草花期长达3个月，是一种优良的蜜源植物，1ha可收蜜90~100kg。种植红豆草既可解决“三料”，也可发展多种经营，增加群众收益。因为红豆草生长快，再生力强，当年种植即可受益。彭阳县孟原乡农民在干旱山地种植两亩红豆草第2年仅采收种子210kg一项收益1680元。彭阳县古城乡碱沟门和草庙乡赵木湾两个薪炭林试验点种植红豆草115.7亩，当年产种1670.5kg，收草148769.5kg，合计总收入22650元。固原县七营乡西堡村1983年开始种植红豆草，1984年种植面积较大，1985年人均收益200元以上。殷玉玲种植的6.5亩红豆草，仅出售种子一项收益2600元，她家用红豆草饲养的3条牛等家畜个个体肥膘壮。在她的带动下，七营乡红豆草种植面积发展到3000余亩。固

原县潘家庄农场和种猪场原是一个场,从1963年到1983年建场20年共亏损103万元,平均每年亏损5万多元,是全县有名的老大难单位。自从1983年种植红豆草开始逐渐好转,使该场扭亏为盈,改善了职工的生活福利。

### 3.2 形态特征

根:为主根系,在疏松土壤生活第一年根入土深275cm,第2年455cm,第3年558.8cm,最深可达837cm,根幅280cm。属根颈型。根颈粗0.75~2.3cm;侧根多,主要根群分布在0~80cm土层中,根上着生有大量根瘤。

茎:圆形直立具节,通常5~7节,茎中空,表面有沟并披有白色短茸毛。株高60~120cm,茎有紫、绿两种颜色;单株分枝7~20个,最多可达54个,分枝可从叶腋和根颈处萌发。

叶:为奇数羽状复叶,据观察第1片真叶均为单叶,第2、3片真叶多为三出复叶,复叶一般13~19片小叶组成,小叶椭圆形或披针形,叶片长1.5~2.5cm,叶柄长13cm,叶片背面和边缘具有白色短茸毛;托叶为三角形。

花:总状花序似穗状,花冠粉红色,旗瓣及龙骨瓣长于翼瓣,花序长10~35cm,下部花序较长,上部花序较短。每花序着生小花31~134朵,呈四列排在花轴上。

果实:果实为荚果,扁圆形,黄褐色,果皮表面具有明显网纹。边缘具锯齿,每荚内含种子一粒。种子肾脏形、褐色,荚果成熟时不开裂,种子千粒重16~23g。

### 3.3 生物学特性

3.3.1 种子萌发。据观察,红豆草的种皮是由外珠被分化而成,其表皮层厚约50 $\mu$ m,由单列细胞组成,这一列细胞纵向伸长,排列紧密形成栅栏层。表皮层下面是表皮下层,这层细胞分化成为所谓的柱状细胞,再向里面是有腔隙的几层薄壁组织细胞,细胞排列疏松,种皮透水性好。据试验,在20~25℃水中浸种2小时吸水量占风干种子重量的57.6%,6小时可达86.5%。在荒山和退耕坡地试验表明,雨季(6月下旬~7月上旬)撒播后有20mm降雨量、阴雨3天可发芽;降雨30~50mm,连阴雨5~7天即能出苗。在场圃春播(4月中旬),0~5cm土壤含水量6%~8%,该层土温平均14.7℃,气温平均12.2℃的条件下,播后4~5天发芽,6~7天出苗,子叶出土后7~10天出现第1片真叶,一个月可长出6~8片真叶。由于红豆草种皮薄、吸水快、发芽需水量少,因此,无论人工撒播或飞机播种均易发芽出苗。

3.3.2 生根特性。据室内观察,当红豆草种子吸水膨胀,随之胚根突破种皮开始伸长,扎入土层形成主根。主根入土后生长快,子叶出土第一天根长9cm,而同期出苗的沙打旺胚根入土深仅有1.9cm,红豆草出苗第5天根长可达18cm,平均每天增长0.6~4cm,而沙打旺增长1.5~2.8cm。在荒山撒播生长80天的红豆草根长45cm,场圃播种生长一个月的植株根长38.9~46.9cm,两个月后可达76.9~116.1cm。红豆草这种生根快、扎根深、能较早地吸收土壤水分和营养物质的能力,对于抵抗干旱是一种良好的适应性状。

红豆草地下部分与地上部分生长有一定的相关性。据调查当年播种的红豆草植株,地下部分比地上部分生长迅速(表6)

表6说明5月5日播种,5月23日出苗,生长仅有一个月的红豆草的根系长40.9cm

表6 红豆草地下部分与地上部分生长比较 (cm)

播种期 (年、月、日)	调查日期		6.10			7.10			8.10			9.10		
	出苗期 (月、日)	项目	株高	根长	T:R	株高	根长	T:R	株高	根长	T:R	株高	根长	T:R
1982.4.25	5.10		7.6	38.9	1:5.1	9.9	76.9	1:7.8	14.7	136.8	1:9.3	16.0	168.9	1:10.6
			6.23			7.24			8.23			9.23		
1982.5.5	5.23		8.2	40.9	1:5.0	16.2	115.1	1:7.1	13.9	133.3	1:8.4	27.1	179.3	1:7.6

注: 彭阳王洼水土保持试验站

表7 1~3年生红豆草各级根量组成 (干重) (单位: g)

生活年限 (y)	I 级		I 级		I 级		总根重量	根瘤总量
	5 mm 以上		2~5mm		2 mm 以下			
	重 量	占总根量 (%)	重 量	占总根量 (%)	重 量	占总根量 (%)		
1	0.270	2.60	0.986	9.50	9.124	87.90	10.380	0.675
2	8.702	25.69	2.003	5.91	23.171	68.40	33.876	1.578
3	8.591	22.60	2.238	5.89	27.181	71.51	38.010	1.499

注: 彭阳王洼, 1983年。

从6月23日~7月24日,即生长两个月的幼苗根系增长到115.1cm,平均每天增长2.5cm,为地上部分生长速度的7.1倍。4月25日播种,5月10出苗,生长4个月的红豆草,根长为株高的10.6倍。

随着红豆草年龄的增长,其根系也随之增长壮大。由于红豆草有较发达的根系,根瘤数量多,不仅能吸收土壤中的水分、养分,而且依靠根瘤固定氮素增加土壤中的氮含量,从而提高了红豆草的生物产量。如红豆草单株第1年的根系干重为10.38g,第3年则增加为38.01g,比第1年单株根系重量提高两倍。相应地上部分产量也有所增加,以单株茎叶重为例,红豆草单株第1年茎叶重25.0g,第3年为75.0g,增加两倍,同时第3年单株产种量比第1年提高了7.5倍。

红豆草根系生长发育有一定的变化规律,具体表现在各级根量占总根系重量的比例以及根系在土层中的重量分布(表7)。

表7各级根量组成说明,红豆草第1~3年根系等级中以2mm直径以下的根所占重量最大,占总根系重量的68.4%~87.9%;5mm以上的根次之,这部分根主要由主根组成,该级根在红豆草第一年根系中所占总根量的比例较小。

红豆草根系的重量在土层中呈锥状体分布。其中以0~15cm土层中根量最大,占各土层根系总重量的58.17%~70.59%,15~30cm土层次之,占总根量11.46%~22.83%。由于生活年限不同,其根量在各土层根系的总重量中所占比例也有所不同。但红豆草第1~3年根系重量的80%以上均分布在0~30cm土层内。

**3.3.3 生长发育习性。**红豆草生长发育与立地条件有密切关系。在固原、彭阳两地种植,早春播种当年即能开花结实,如结合雨季6、7月播种,当年则不能开花,仅形成大量的基生叶和部分营养短枝。由于立地条件不同,其生长速度相差显著。

红豆草从4月开始返青即进入生长期,虽然立地条件不同,但生长速度均以6月为最快,平均每日增长1.3~2.0cm,进入7月生长速度减慢,平均日增长仅有0~0.4cm,这是由于7月正值红豆草种子成熟阶段,需要大量的养分和水分,而此时除温度条件(平均12~18.4℃)适宜红豆草生长外,水分不足,降雨仅有28.6mm,蒸发量大(197.5mm),0~100mm土层土壤含水量低(表8)。尤其是荒山坡地各层土壤含水量均在11%以下,大气干旱和土壤干旱严重,影响了红豆草的生长速度。

在同心县河西良种繁殖场的红豆草,由于当地日照充足,年平均气温较高,无霜期长,虽降雨量少,但能灌溉,水热条件好。因此,春播红豆草从出苗到种子成熟需要80~90天即能完成,第2年返青到第一茬种子成熟约80~90天,刈割后生长75天的再生草又开花结实采收第二茬种子。但在固原县什字乡因海拔高气候寒冷阴湿,无霜期短(100~135天),当年由出苗到种子成熟约需150天。红豆草生长发育既有本身的规律,同时又受外界环境条件的影响,因此,在不同气候生境条件下其生长发育节律的差异也是显著的。

**3.3.4 开花习性。**红豆草为无限花序,花期长,早春播种当年花期可达两月之久。第2年花期更长,从5月中下旬至6月份开始现蕾开花到早霜来临前,现蕾、开花、结荚、种子成熟,交替进行,因此种子成熟极不一致。6月底至7月刈割后的第二茬草于8、9月又进入开花盛期。通过对红豆草开花习性观察,说明红豆草开花顺序与花序形成的顺序是一致的。即主茎上的花序先开、分枝和侧枝的花序后开,先阳后阴开放。进入盛

花期以后则同时开放。我们在王洼试验区选4年生红豆草10株，每株3个花序，对其开花习性进行了观察。

红豆草单株花序多可达128个，花序长度8~18cm，花序小花数26~134朵，多数为40~70朵。整个花序从开始到全部开放需7~19天，多数为10~16天，以第4至第8天开放最多，占开花总朵数46.7%。

表8 彭阳县王洼试验区1983年5~8月份不同立地条件土壤含水量、气温及降水量

立地条件	各土层土壤含水量 (%)	5 月				6 月			
		5 (cm)	25 (cm)	50 (cm)	100 (cm)	5 (cm)	25 (cm)	50 (cm)	100 (cm)
荒坡地		21.37	17.32	14.82	6.52	21.04	19.40	14.28	9.11
退耕坡场		22.83	23.91	21.26	13.31	22.46	22.50	20.49	14.08
场圃		24.74	24.84	20.04	14.48	23.49	23.49	24.40	20.23
月降雨量(mm)		86.7				128.5			
月平均气温(℃)		12.6				15.5			
立地条件	各土层土壤含水量 (%)	7 月				8 月			
		5 (cm)	25 (cm)	50 (cm)	100 (cm)	5 (cm)	25 (cm)	50 (cm)	100 (cm)
荒坡地		2.82	6.07	7.85	8.25	14.59	12.94	9.13	6.61
退耕坡场		6.56	10.53	12.23	14.31	15.81	16.28	14.70	12.54
场圃		7.63	13.32	16.30	18.31	18.75	18.50	16.19	14.69
月降雨量(mm)		28.6				63.0			
月平均气温(℃)		18.4				17.5			

据对红豆草花一日内开放动态观察（每日从7~20时每小时观察一次，同时记录气温和相对湿度），1日内开花动态受温度与湿度的影响较大。在晴天7~20时内均有花朵开放，阴天从8~19时开放，而雨天（日降雨量19.1mm）从10~18时开放。晴天一日内开花最多达13朵，一般4~8朵，14时为高峰，在此过程中气温22.3℃，相对湿度53%。晴天和阴天开花朵数比雨天多32%。

### 3.4 生态学特性

3.4.1 抗旱性。据对红豆草叶解剖结构特征的观察，叶片较厚，约280μm；叶肉组织中栅栏薄壁组织细胞较海绵薄壁组织细胞发达；在叶肉近轴面中具有较多的大型圆锥状异形细胞，在远轴面表皮细胞下还有一层形状不规则的异形细胞，这两种异形细胞中均含有胶状物质，可提高细胞原生质胶体的亲水能力。此外，红豆草维管束及维管束鞘亦发达，以及叶的两面表皮上具有密度大、面积小、微凹的气孔，这些解剖结构特征，均说明红豆草具有旱生植物的特征，故适宜在干旱地区种植。

红豆草根系发达，抗旱性强。如1982年彭阳县王洼试验区全年降雨量仅246.2mm，而年蒸发量则为降雨量的7.2倍，由于大气干旱引起土壤干旱，王洼试验区1982年土壤



水分变化动态可以看出, 正值红豆草生长旺盛的7月, 各立地类型土壤含水量都有所降低, 荒山坡地从0~100cm各土层中的含水量均在8%以下即就是在这样严重干旱的情况下, 无论生长在退耕坡地或场圃(无灌溉条件)、梯田以及荒山的红豆草, 仍能正常生长, 开花结籽, 并分别亩产种子27.0~53.4kg, 亩产鲜草1072~2366.8kg。据甘肃农业大学牧草试验站观察, 在年降雨量170mm的河西走廊, 生长的红豆草只要灌足冬水, 就可获得较高的产草量。山西右玉水保试验站观察, 当土壤含水量为5.2%时, 历时8天的大气干旱; 未见红豆草植株萎蔫。甚至在干旱少雨的荒漠条件(降雨量200mm)下仍能生长, 因此, 对于干旱地区来说, 它是一种很有价值的豆科牧草。

3.4.2 抗热性。据试验, 将红豆草种子置于地表温度40~60℃条件下连续暴晒5~20天, 其发芽率仍比对照高9.2%~12.5%。

另将种子置于干燥箱中, 在60~65℃下给予不同时间的干热处理的试验结果表明, 经7个小时处理的种子, 发芽率为75%, 经9个小时处理, 发芽率为73%, 说明红豆草对高温有一定的适应性。这种生态习性是适于飞机播种和人工撒播的一种优良性状。

3.4.3 耐寒性。红豆草比较耐寒。据观察, 平均气温1~2℃时种子萌发, 2~3℃时开始返青。1980年7月11日在彭阳县王洼水保站试验区荒山撒播的红豆草, 撒播后29日降雨23mm, 于8月3日开始出苗, 当年生长仅有40天的红豆草幼苗根长平均14mm, 翌年春调查其越冬率达70%。但同期撒播的紫花苜蓿、草木樨, 经越冬后调查, 试验区未发现有紫花苜蓿和草木樨。1982年观察, 生活第3年红豆草3月下旬开始返青(3月下旬平均气温2.5℃)返青后气温突然下降到-2.8~-5℃并持续了4~5天, 返青的植株并未遭危害。1983年4月中旬连续两次晚霜冻, 4月14~15日气温降到零下, 表土层冻结4cm左右, 但生长在退耕坡地和场圃生活第3年的红豆草仍未受害, 经越冬调查, 第3年越冬率85%~91%; 阴坡地第2年只有40%的越冬率。同年4月13日固原县潘家庄农场播种的红豆草, 于4月下旬出苗, 5月15日降了一次冰雹, 厚度约5cm, 当时红豆草只长出一片真叶遭冰雹危害, 但一周后又重新萌发长出幼苗, 并且当年能正常开花结籽。

1984年, 固原、同心、彭阳等县气温偏低, 红豆草、紫花苜蓿、草木樨、早春返青时均遭受不同程度的低温危害。据对以上3县20余个试验点所进行的调查(从4月开始到7月结束), 说明红豆草返青率的高低与生长的立地条件和不同的生活年限有密切关系, 同时红豆草生长势的强弱、根颈入土深度以及土壤含水量的高低等也有一定关系。

据调查, 彭阳县北部丘陵区红豆草的越冬率可达72.6%~90.5%, 固原县南部高寒阴湿区向阳避风条件下越冬率仍能达到90%~100%, 固原县清水河河谷平川地带80%~95.1%, 同心县干旱半荒漠地区除城关乡金家因冬灌过晚(阴历腊月)造成冻害外, 其它均为100%。

1984年红豆草、苜蓿、草木樨受害的主要原因, 是由于早春气温逐渐升高, 天气回暖, 植物开始生长时, 4月上旬气温突然下降, 而且低温持续时间长, 使三种牧草开始萌发的越冬芽受冻。但是红豆草再生力强, 根颈芽受冻, 仍能从侧根长出不定芽萌发出土、并生长正常开花结籽。

为提高红豆草越冬抗旱能力, 在山地宜选择避风向阳或沿等高线高垄开沟种植, 在

干旱风沙区种植时,有灌溉条件可结合冬灌施一次有机肥料,对保护根颈越冬芽,提高红豆草越冬抗寒力是一项有效措施。

**3.4.4 耐瘠薄。**红豆草对土壤要求不严,无论是中性和碱性土(适宜的土壤 pH 值为 6.0~8.0,但 pH 为 9.0 时亦能生长),或贫瘠的沙土、灰钙土均能生长,最适于在土层深厚的沙壤土或壤土上生长,尤其喜在石灰质含量高的土壤上生长。在含石砾多的土壤上也能生长,这是由于红豆草根具有可分泌有机酸的特性,而这种有机酸能溶解含有磷和钙的难溶化合物的结果。但是排水不畅的涝洼地、重盐碱地或质地过于粘重的土地和酸性土壤( $\text{pH} < 5$ )不宜种植。

### 3.5 栽种技术

#### 3.5.1 播种方法

(1) 人工播种。人工播种采用条播、撒播、穴播均可。播前冬灌或翌年春灌对出苗有很重要的作用。条播株行距的大小视利用目的而定,收获青饲料时一般 20~25 cm,作留种地行距以 25~35 cm 为宜。为提高红豆草的出苗率,播种时覆土深度不宜过深,播种深度以 2~4 cm 为宜。

(2) 飞机播种。红豆草除人工播种外,也可用飞机播种,1982~1983 年在同心县半荒漠草原地区对红豆草进行了飞播试验,其效果为 1982 年飞播试验平均每亩有红豆草幼苗 1 067~3 000 株,有苗面积率 41.7%~72%。而 1983 年,虽然雨季提前,播后少雨干旱,播量减少一半,但平均每亩幼苗达 1 565 株。有苗面积率 38.3%,分析原因与种子丸衣化有关。从人工地面撒播试验说明,种子经过丸衣化处理每亩苗株数比对照可提高 2 倍。

**3.5.2 播种期。**红豆草可以春播、夏播、亦可秋播。春季适宜早播以 4 月中、下旬为宜,当年即能开花结实,有利于越冬,翌年返青早,产草量和结实量高。

夏播利用雨季进行,有利于种子萌发,但出苗后应避免高温、伏旱的危害。夏播多在 6 月下旬或 7 月上旬,秋播不宜晚,以免不利越冬。

**3.5.3 播种量。**播种量与种子品质、播种方法、土地条件以及利用目的等有关。种子饱满、发芽率高,播量宜少。条播、穴播应比撒播量少。1983 年在固原县、同心等地大面积种植时,均采用条播,每亩播量 1 kg,平均每亩有苗 31 330 株。荒山退耕地撒播量可适当加大,每亩 1.5~2.0 kg 为宜。

红豆草每公斤种子 42 000~62 000 粒,只要掌握好播种技术,不增大播种量,也能获得良好的出苗效果。

**3.5.4 施肥。**为了获得较高的产量,施肥是一项有效措施。我们用化肥二氮、磷酸二氢钾进行了试验。试验有 4 个处理,即施二氮分别为 2.5、5、7.5、10 kg,并设对照,试验小区面积 1 亩,重复 1 次。试验结果以对照产量为 100%,则每亩施化肥二氮的产籽量分别提高 131%、139.9%、173.3% 和 207.1%;产草量分别提高 111.3%、130.0%、151.1% 和 168.3%。用磷酸二氢钾叶面喷洒,使红豆草种子千粒重增加 15.8%~37.5%。

**3.5.5 采种和刈割。**宜在选好的留种地采种。留种地应选择生长健壮,发育良好的地块。留种地选定后在现蕾期可追施磷、钾肥,促进植株开花结荚,提高种子产量和质量。由于立地条件和生活年限不同,其产种量也不同。

以生长在场圃产种量最高, 梯田次之, 退耕阴坡地较低, 随着生活年限的增长产种量也随之增高。如生长在场圃3年生红豆草亩产种量比2年生高一倍多。

红豆草适宜的刈割期为现蕾期到盛花期, 此时不仅产草量高, 而且牧草品质好, 粗蛋白质含量高, 营养丰富, 适口性好, 花后刈割时秸秆老化, 蛋白质含量降低。影响其适口性。

在干旱、半干旱地区, 红豆草刈割时期可从5月或6月, 9月或10月进行, 在水肥条件好的地方也可刈割3~4次, 刈割留茬高度3~5 cm。

## 4 结 论

4.1 6年来通过对红豆草系统的研究证明, 它能适应引种地区的气候和土壤条件。无论在荒山退耕地种植或在不灌溉条件的场圃播种, 均能正常生长, 发育良好, 开花结实, 繁衍后代。在干旱、半干旱地区, 不仅是人工种植的优良豆科牧草, 也是很有发展前途的飞播草种。目前已在宁夏10多个县推广种植3万多亩, 经济效益约400万元, 对于发展畜牧业、增加群众收益、治穷致富具有重要的意义。

4.2 红豆草是喜光耐旱植物, 生长发育快, 再生力强、抗寒、耐瘠薄、对土壤要求不严, 适应性强。适于在年降雨量350~600 mm, 年平均气温7~12℃,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温2400~3500℃, 无霜期130~180天左右的广大地区种植, 是我国“三北”地区很有发展前途的优良豆科牧草。

4.3 红豆草不仅产量高, 而且营养丰富、适口性好, 饲用价值高, 是各类家畜的上等饲料。根系发达, 并着生大量根瘤, 能增加土壤有机质和氮素, 是许多作物的良好前作。有计划的推广种植红豆草, 既能解决“三料”(饲料、肥料和燃料)之不足, 同时对提高农作物的产量, 加速西北牧业基地建设和植被的恢复将具有重要的意义。

## Study on the Ecological Characteristics and Agricultural Techniques of *Onobrychis Viciaefolia*

Li Li    Zhou Zesheng    Dong Hongyun

### Abstract

In this paper, the economic benefits, biological, ecological characteristics of *Onobrychis viciaefolia scop* and concerning about agricultural techniques are systematically studied in order to select fine leguminous pasture species for aerial sowing and artificial planting in arid and semi-arid regions of northwestern area in our country. The results from the experiments have shown that *Onobrychis viciaefolia scop* has such good characteristics as nourishing, agreeable to the taste of animals, high value for feeding animals, germinating and growing fast, breeding easily, strong ability for regeneration and better harvest. Also, it is resistant to drought, tolerant to cold, plant diseases and insect pests and it has strong adaptability. *Onobrychia viciaefolia scop* is not a fine leguminous pasture species for artificial planting in arid and semi-arid regions, but a hopeful grass species for aerial sowing.